Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Marburg
Direktor: Prof. Dr. F. Klewitz.

Versuche über die Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch Herzglykoside

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

vorgelegt von

KONRAD STANGE
aus Pulsnitz (Sachsen)

MARBURG 1940
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Marburg am 18. 12. 1940

Referent: Prof. Dr. Klewitz

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

I.

In den 1937 und 1938 erschienenen Schriften „Vom Aufbau und Abbau des Lebendigen" teilt K. Fahrenkamp-Stuttgart eine Reihe von Versuchsergebnissen mit, die nach seinen eigenen Worten geeignet erscheinen, „die aprioristische Lehre . . . der klassischen Digitalistherapie . . . zu sprengen und somit das Blickfeld zu erweitern." Es handelt sich darum, daß Digitalis- und digitalisverwandte Glykoside in ihrer Wirkung auf Pflanzen in den verschiedensten Lebensstadien sowie auf Lebensmittel untersucht wurden, und zwar „in außergewöhnlich geringen Verdünnungen, . . . völlig unwirksamen ‚vorhomöopathischen' Lösungen". Fahrenkamp stellte Beobachtungen z. B. an keimenden Pflanzen an und erhielt unter der Einwirkung von herzwirksamen Glykosiden eine deutliche Beschleunigung des Wachstums, frühere Bewurzelung der Keimlinge usw. An Versuchsfeldern, die mit Glykosidlösungen verschiedener Konzentration gegossen wurden, ergab sich eine „lebendige Treppe". Milch, die unter Zusatz von Glykosiden bis zum Sauerwerden stehengelassen wurde, wurde „anders" sauer, Fleisch faulte „anders", Schnittblumen verfielen einer trokkenen Nekrose anstatt der gewöhnlichen Fäulnis u. a. m.

Alle diese Beobachtungen schienen zu beweisen, daß in den glykosidhaltigen Pflanzen — unabhängig von den Glykosiden, an diese gebunden oder identisch mit ihnen — Stoffe enthalten seien, die — von Fahrenkamp als „Funktionine" bezeichnet — beim Werden und Vergehen pflanzlich-organischen Lebens eine wichtige Aufgabe hätten, indem sie nämlich einerseits am wachsenden Organismus das Wachstum beschleunigten, am absterbenden dagegen einen natürlichen, „biologischen" Tod herbeiführten. Sie waren in diesem Sinne nur in geringen Konzentrationen wirksam und erzeugten in höheren Konzentrationen eine Hemmung des Wachstums. Fahrenkamp wertete dies als „biologisch-naturwissenschaftlichen Beweis für die Lehre der Homöopathie, daß außergewöhnlich geringe Verdünnungen herzwirksamer Glykoside am Lebendigen wirksam sind."

Hier ist einzuwenden, daß die von Fahrenkamp angewendeten Verdünnungen durchaus nicht so sehr geringen Mengen von Glykosiden entsprechen. So setzte er bei seinen Versuchen mit Schnittblumen (Band I, Seite 23) dem Wasser wohl nur 5—20 Tropfen der betreffenden Extrakte zu, das bedeutet aber im Verhältnis zu der Kleinheit des Objektes eine recht erhebliche Menge. Bei den Beobachtungen an Gemüse und Früchten (I, 27) erhielten der Frenchel und die Früchte eine Einspritzung von 1 ccm der Original-Extraktlösung. Bei den Keimversuchen (I, 33) war die Dosierung

folgende: einmal auf 100 ccm Wasser 100 Tropfen Extraktgemisch als „starke Lösung", sodann auf 100 ccm H_2O 5 Tropfen Extrakt als „schwache Lösung". Diese Glykosidmenge wurde zur Einwirkung gebracht auf zunächst 100, später 50 Haferkörner. Wenn man das Gewicht dieser Menge Samen mit etwa 5 g (für 100 Haferkörner, bei den anderen verwendeten Samenarten weit weniger) annimmt, und wenn man von den verwendeten Extrakten 40 Tropfen auf 1 g rechnet, so entspricht die Versuchsanordnung Fahrenkamps der Einwirkung von 50 g bei der starken und 2,5 g Glykosidextrakt bei der schwachen Konzentration auf je 100 g lebende Substanz. Selbst wenn man die Resorptionsfähigkeit und das Reaktionsvermögen der Pflanze um ein vielfaches geringer ansetzt als die des Tieres, so geht daraus doch zweifelsfrei hervor, daß man hier bei der starken Konzentration von einer toxischen Wirkung sprechen muß, während man die schwache Lösung nicht gerade als „vorhomöopathische" und „völlig unwirksame" Verdünnung bezeichnen kann. Es ist doch wohl kaum anzunehmen, daß ein Mensch von vielleicht 60 kg Gewicht auf die gleiche Menge Glykosid ebenso stark und in der gleichen Weise anspricht wie 5 g Haferkörner! Wenn nun Fahrenkamp sagt (I, 14), daß die Natur „wenn sie sich zum Sterben anschickt, . . . einen ungeheuren Aufguß aus den Blättern aller bekannten und unbekannten Kräuter, in denen Herzheilgifte kreisen, . . . zubereitet", so ist klar, daß dieser natürliche kalte Aufguß — wollte man auch weit mehr als die bekannten Pflanzen als glykosidhaltig annehmen — niemals die oben erwähnte Konzentration erreichen kann. In diesem Sinne ist also der von Fahrenkamp seiner Ansicht nach erbrachte Beweis für die biologische Bedeutung der glykosidhaltigen Pflanzen für die Pflanzenwelt selbst nicht schlüssig.

Aehnliches gilt für die Nahrungsmittelversuche Fahrenkamps (II, 40 ff.). In seinen Milchversuchen z. B. brachte er auf 125 ccm Milch jeweils 1 ccm der betreffenden Tinktur zur Einwirkung. Man stelle sich vor, daß ein Säugling mit der so vorbehandelten Milch ernährt würde! Auch hier geht also Fahrenkamp fehl, wenn er von außergewöhnlich kleinen Dosen spricht. Die von ihm beobachteten Einflüsse auf das Sauerwerden der Milch sind auch durch eine toxische Wirkung der zugesetzten Glykoside auf die Milchflora erklärbar, wenn sie nicht gar die Ergebnisse ganz anderer, exogener Faktoren sind.

II.

Der erste Teil der Fahrenkampschen Arbeiten wurde von Vollmer-Breslau in großangelegten Versuchsreihen kontrolliert und die Ergebnisse in der „Klinischen Wochenschrift" 1937 S. 1601 ff. veröffentlicht. Vollmers Kritik stützt sich zunächst hauptsächlich auf die Tatsache, daß die von Fahrenkamp beobachteten Wirkungen

durchaus nicht auf die Wirkung der Glykoside zurückzuführen sein müssen, da nachgewiesenermaßen auch eine ganze Reihe anderer Stoffe in geeigneten Konzentrationen einen Einfluß auf den Keimvorgang ausüben, so z. B. B. Alkohol, Aether, Phenole, Mg, Mn, Na u. a. m. (Pearl u. Allen, Muth, Popoff, Bredemann; s. a. Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden). Eine ganze Reihe dieser Stoffe dürften sicher in den verwendeten Glykosidzubereitungen enthalten sein. Weiterhin geht Vollmer auf die von Fahrenkamp angewendeten Dosierungen ein und stellt gleichfalls fest, daß diese keineswegs als homöopathisch (oder gar „vorhomöopathisch") gelten dürften, liegt doch die toxische Wirkung bereits bei dem 20 fachen der stimulierenden Konzentration.

Bei der Nachprüfung der Versuche Fahrenkamps kam es Vollmer hauptsächlich darauf an, festzustellen, ob die beobachteten Wirkungen reproduzierbar waren, und ob sie auf die in den verwendeten Extrakten enthaltenen Digitalisglykoside zu beziehen waren. Zu diesem Zwecke verwendete er außer den von Fahrenkamp angegebenen Präparaten noch Destillate derselben, die im Wesentlichen nur das jeweilige Lösungsmittel enthielten. Dabei fand er, daß die mit dem Destillat behandelten Pflanzen grundsätzlich dieselben Ergebnisse zeigten wie die mit dem Glykosidgemisch behandelten.

Die Wiederholung der Verwelkversuche (I, 18 ff.) zeigte keinerlei Ergebnis im Sinne Fahrenkamps, wohl aber eine toxische Wirkung bei Steigerung der zugesetzten Menge. Sowohl bei den von Fahrenkamp angewendeten Konzentrationen als auch bei niedrigeren bezw. höheren Dosierungen ergab sich keine merkliche Verlängerung der Verwelkzeit, wie sie nach den von Fahrenkamp veröffentlichten Photographien zu erwarten gewesen wäre. Dagegen zeigte sich bei den höchsten Konzentrationen ein wesentlich früheres Verwelken der Versuchspflanzen, was Vollmer mit einer toxischen Wirkung erklärt. Die von Fahrenkamp beobachteten Ergebnisse erklärt er als Zufallstreffer infolge der oft recht hohen Streuung und der geringen Zahl der von Fahrenkamp beobachteten Exemplare. Zur Veranschaulichung folgt ein Auszug aus Vollmers Tabellen.

Tabelle 1.

Verwelkversuche an 270 Kleeblättern. Je 10 ccm Wasser. Durchschnittliche Verwelkzeit von 30 Blättern in Leitungswasser:
$7{,}9 \pm 0{,}81$ Tage.

Durchschnittliche Verwelkzeit von je 10 Blättern in Tagen:

Zusatz in Tropfen	1/4	1/2	1	2	4	8	16
Convallariaextrakt	—	7,0	7,5	7,3	7,0	6,1	3,9
Scillaextrakt	8,1	7,0	8,3	9,2	8,0	7,6	4,5
Extraktgemisch	7,1	7,2	6,9	8,0	7,0	6,6	3,8
Destillat desselben	—	—	7,7	—	7,4	7,8	4,9

Tabelle 3.

Verwelkversuche an Zweigen von Salix babylonica. 25—100 ccm Wasser.

Zusatz:	Verwelkzeit, Tage:
Kontrolle	5,5 ± 0,3
3 Tropfen Scillaextrakt	5,8 ± 0,51
20 Tropfen Scillaextrakt	5,2 ± 0,36

Tabelle 5.

Verwelkversuche an 800 Blüten von Bellis perennis. Je 25 Blüten gemeinsam in 90 ccm Wasser. Durchschnittliche Verwelkzeit von 100 unbehandelten Blüten:

4,6 ± 0,2 Tage.

Durchschnittliche Verwelkzeit von je 50 Blüten in Tagen:

Zusatz in Tropfen	1	5	10	20	40
Convallariaextrakt	5,0	5,1	5,1	5,1	4,3
Scillaextrakt	4,7	4,9	4,7	4,7	4,9
Extraktgemisch	—	4,2	4,6	4,4	4,3

Die Versuche an Gemüse und Früchten erbrachten gleichfalls kein Ergebnis im Sinne der Fahrenkampschen Beobachtungen. (Dort I, 27 ff.). Lediglich bei einem Versuch mit Kohlrabiknollen waren die behandelten Exemplare 2—3 Wochen nach dem Ansetzen des Versuches wohl verwelkt, aber weich, während die Kontrollen klein und hart waren. Das Destillat der verwendeten Extrakte zeigte jedoch die gleiche Wirkung, sodaß das Ergebnis nach Vollmer zwanglos auf die Wirkung der Flüssigkeitsinjektion zurückzuführen ist.

Bei den Versuchen an keimenden Samen — Hafer, Weizen, Mais — beobachtete Vollmer die gleichen Wirkungen wie Fahrenkamp. Jedoch erhielt er auch hier mit dem glykosidfreien Destillat dieselben Resultate. Nur bei den höheren Konzentrationen stellte er einen Wegfall der Hemmung bezw. eine Förderung der Keimung durch das Destillat gegenüber den glykosidhaltigen Lösungen fest, ein Befund, der auf eine toxische Wirkung der Glykoside in der stärkeren Dosierung hinweist.

Vollmer kommt zu dem Schluß, daß die von Fahrenkamp beobachteten Wirkungen von Digitalisglykosiden an Pflanzen zum Teil auf Fehlbeobachtungen beruhen, zum anderen Teil aber ohne Weiteres auch unter Ausschaltung der Glykoside reproduzierbar sind. Er bezeichnet sämtliche Versuchsdeutungen Fahrenkamps als hinfällig oder wissenschaftlich wertlos.

III.

Im II. Teil seiner Arbeit (1938) veröffentlicht Fahrenkamp hauptsächlich Freilandbeobachtungen. Sowohl an Versuchsfeldern, deren Saatgut vor der Aussaat mit den entsprechenden Glykosid-

lösungen gebeizt war (S. 14 ff.) als auch an mit Glykosidlösungen gegossenen Gemüse- und Blumenbeeten (S. 29 ff.) beobachtete er Wirkungen in dem Sinne, daß hier die stärksten Konzentrationen die größten Wirkungen hervorbrachten. Auch hier spricht Fahrenkamp von „völlig unwirksamen", „vitaminhaften" Verdünnungen; dies ist aber nicht zutreffend. Seine starke Lösung enthält je ccm 2 Tropfen Glykosidtinktur und wurde im Verhältnis 1 ccm: 1 g Saatgut angewendet. Das entspricht in der Größenordnung der schwachen Konzentration seiner Keimversuche (200 Tropfen = 5 g auf 100 g), und es ist ohne weiteres denkbar, daß eine stimulierende Wirkung auf den Keimvorgang die so behandelten Pflanzen einen Vorsprung vor den unbehandelten gewinnen ließ, besonders beim Mais, der sehr langsam keimt, und der ja auch bei Fahrenkamp die auffälligsten Ergebnisse zeigte! Dann treten aber auch wieder die Einwände Vollmers in Kraft. Außerdem liegen die von Fahrenkamp angegebenen Werte in der Nähe der Mengen, die von den üblichen Beizmitteln bei der Saatgut-Naßbeize auch sonst angewendet werden, sodaß erst einmal festzustellen wäre, ob die verwendeten Lösungen nicht ähnliche Wirkungen entfalten. Auch hierdurch wären die Fahrenkampschen Versuchsergebnisse leicht zu erklären.

Die Beobachtungen an Gemüse und Gartenblumen sind gleichfalls nicht stichhaltig. Hier wurden von Fahrenkamp die wirksamen Stoffe den Pflanzen dauernd im Gießwasser, also im ganzen in völlig unkontrollierbarer Menge, zugeführt. Eine wachstumsfördernde Wirkung wäre auch durch den Gehalt der verwendeten Lösung des andren, digitalisfremden Stoffen denkbar, wenn es überhaupt gelingt, alle anderen Einflüsse (Standort!) auszuschalten. Der Geschmack der gekochten (!) oder sonstwie zubereiteten Gemüse ist kein wissenschaftliches Kriterium.

Ebenso ist es mit den von Fahrenkamp mitgeteilten Nahrungsmittelversuchen. Hier liegt bei den von Fahrenkamp gebrauchten Glykosidmengen der Schluß nahe, daß es sich um toxische Wirkungen auf die Milchsäure- bezw. Fäulnisbakterien handelt, und daß sich nicht „die Milch (das Fleisch, die Butter) grundsätzlich ändert" (II, 41 u. a.). Darauf deuten einmal die von Fahrenkamp abgebildeten Bakterienpräparate hin, zum anderen aber auch die Tatsache, daß die Wirkung mit Erhöhung der Konzentration sich verstärkt — wobei es dahingestellt sein mag, ob diese auf die Glykoside oder auf andere Bestandteile der Präparate (Alkohol!) zurückzuführen ist. Die mitgeteilte Reihenfolge der Wirksamkeit: Lanatysat, Tinct. Digitalis, Digilanid, Pandigal — spricht allerdings für das erstere. Die „auffallende Erscheinung der Bildung von charakteristisch riechenden Stoffen, (z. B. nach Formaldehyd)" erklärt sich wohl aus den in den einzelnen Präparaten enthaltenen Begleitstoffen.

Auch im zweiten Teil seiner Arbeit (S. 45 ff.) bringt Fahren-

kamp Beobachtungen an keimenden Samen in Petrischalen. Die angekeimten Samen setzte er ins Freiland bezw. in Töpfen aus und erhielt auch hier Ausschläge im Sinne der Förderung durch schwache Glykosidkonzentrationen. Er kam zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereiches wirken die herzwirksamen Glykoside hemmend bezw. fördernd auf die Keimung ein.
2. Nicht jedes herzwirksame Glykosid wirkt gleichstark auf alle Saatarten. Jedes Saatgut spricht auf ein anderes Glykosid besonders stark an.

(3.) Nach dem wirksamsten Glykosid Digitalis ist eine Mischung aus Adonis- und Convallariatinktur im Verhältnis 1 : 5 am breitesten in der Wirkung.

(4.) Das wichtigste Ergebnis dieser Versuchsreihen ist die Beobachtung, daß auch kristalline Glykosidpräparate imstande sind, die Keimung zu beeinflussen.

Fahrenkamp kommt dann weiter zu der Forderung, als biologisches Testobjekt für die Digitalisglykoside nicht wie bisher das Tier, sondern die Pflanze zu verwenden. Nur hier könne man die erste biologische Beeinflussung des Lebendigen durch diese Stoffe beobachten. Für die Erforschung der Herzwirkung der Glykoside bleibe das Tier weiter notwendig.

IV.

Fahrenkamp bringt leider in seinem II. Band nur unvollständige Mitteilungen über die Versuchsanordnung bei seinen Keimversuchen. Es ist aber anzunehmen, daß es dieselbe war wie die schon bei den „Winterversuchen" angewendete. Ich habe versucht, diese möglichst genau zu reproduzieren.

Als Versuchsobjekte wählte ich nach dem Ausfall der Vorversuche die von Fahrenkamp als besonders glykosidempfindlich bezeichnete Gurke, weiterhin Kresse und Kleesamen. Von diesen Samenarten erwies sich die Kresse als besonders geeignet für meine Zwecke, einmal wegen der kurzen Ankeimzeit, durch die etwaige äußere Einflüsse auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden konnten, und bei der von vornherein starke Ausschläge zu erwarten waren. Dann aber auch, weil sich beim Anquellen um das Samenkorn eine gallertige Hülle bildet, die es ermöglicht, Versager schon vor der eigentlichen Keimung durch das Ausbleiben der Gallertbildung mit großer Sicherheit zu erkennen und auszuschließen. Die Samenkörner wurden in Petrischalen von 18 cm Durchmesser und 4 cm Höhe zu je 100, bei den Gurken zu je 50 Stück möglichst gleichmäßig auf einer dreifachen Lage Fließpapier ausgelegt. Die Flüssigkeitsmenge betrug für jede Schale 25 ccm, und zwar wurde die jeweils verwendete Menge Glykosidextrakt mit aqua dest. auf dieses Quantum aufgefüllt.

Zum Abzählen der Tropfen wurden die — wahrscheinlich auch von Fahrenkamp gebrauchten — Original-Tropfgläser benutzt, in denen die betreffenden Präparate geliefert werden, wo dies nicht der Fall war, eine Normalpipette, die auf 1 ccm H_2O 20 Tropfen lieferte.

Ich führte zunächst die von Fahrenkamp angegebenen Versuche durch und zwar mit Pandigal, Convallaria-, Adonis-, Scilla- und Oleander-Perpuraten. Außerdem untersuchte ich die Wirkung verschiedener Digitalispräparate bei gleicher Konzentration, nämlich Digipuratum liquidum, Digilanid und Digitalysat Bürger. Ferner führte ich Kontrollversuche aus unter Zusatz von Alkohol in den von Fahrenkamp angegebenen Mengen, und schließlich versuchte ich festzustellen, ob auch wirkliche homöopathische Verdünnungen der betreffenden Substanzen eine Wirkung auf den Keimvorgang zeigten. Sämtliche Versuche mit der gleichen Samenart wurden gleichzeitig ausgeführt, um Witterungseinflüsse möglichst auszuschalten. Die Ablesung der Versuche erfolgte zweimal, zum Teil (Kresse) dreimal täglich; dabei wurden die Standorte der einzelnen Versuche innerhalb der Reihen jedesmal gewechselt. Wenn zwei aufeinanderfolgende Ablesungen bei keinem der Versuche einen wesentlichen Fortschritt mehr erkennen ließen, wurde die Versuchsreihe als beendet angesehen und abgebrochen. Das Ansetzen der Versuche geschah in der Weise, daß zunächst die einzelnen Samenkörner nach einstündigem Quellen in aqua dest. auf die Petrischalen verteilt wurden und dann die entsprechenden Lösungen zugefügt wurden. Die erste Ablesung erfolgte jeweils nach 24, bei der Kresse nach 12 Stunden.

Die Messung der Durchschnittslänge der Keimlinge geschah so, daß die 5 am kräftigsten entwickelten und die 5 schwächsten gemessen und daraus der Durchschnitt ermittelt wurde. Bei den Angaben über die Seitenwurzelbildung wählte ich das Zeichen ø für überhaupt keine Ausbildung von Seitenwurzeln, ±, wenn an den kräftigsten Exemplaren die Seitenwurzeln gerade mit der Lupe erkennbar waren, + bei den Versuchen, bei denen die kräftigsten Keimlinge mit bloßem Auge, die anderen mit der Lupe erkennen ließen, ++, wenn sie überall mit bloßem Auge sichtbar waren, und +++ bei durchweg sehr kräftiger Ausbildung der Seitenwurzeln. Außerdem wurden auch noch die Keimlinge, die bereits chlorophyllhaltige Keimblätter gebildet hatten, im Verhältnis zur Gesamtzahl bestimmt.

Bei der Auswertung der Versuche zeigte sich, daß die Zahl der ausgekeimten Samen und der Blattentwicklung keine zuverlässigen Anhaltspunkte über den Keimvorgang lieferte. Hier war schon bei den Kontrollversuchen mit Wasser die Streuung so groß, daß alle Werte der übrigen Versuche noch in diese Streugrenze fielen. Ein klares Bild zeigten diese Werte nur bei den Versuchen mit hohen Konzentrationen, wo auch an diesen Angaben die Hemmung der Keimung deutlich zu erkennen war.

Als brauchbar für Vergleiche erwies sich dagegen die Durchschnittslänge der ausgekeimten Samen. Sie zeigte schon geringe Ausschläge sehr gleichmäßig an und wies vor allen Dingen nur eine mäßige Streuung auf. Ich habe mich daher bei den Schlußfolgerungen aus meinen Versuchen in der Hauptsache auf diese Werte gestützt.

Im Folgenden bringe ich zunächst die Einzelergebnisse:

A.

Gartenkresse. Ausgelegt zu je 100 in Petrischalen. Je 25 ccm Flüssigkeit. Ablesung dreimal täglich.

1. 100 Tropfen Glykosidlösung 100 ccm H_2O.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	25 ø	82 ±	93 ++	93 +++	94 +++	95 +++	95 +++	95 +++
Alkohol abs.	8 ø	18 ø	28 ø	36 ±	38 +	38 ++	49 ++	50 ++
Pandigal	3 ø	9 ø	24 ø	31 ø	35 ø	36 +	47 ++	50 ++
Digilanid	1 ø	13 ø	23 ø	26 ø	35 +	36 ++	48 ++	49 ++
Digipurat	1 ø	15 ø	38 ø	43 ±	50 +	50 ++	63 ++	66 ++
Digitalysat	1 ø	48 ø	61 ø	75 ø	76 +	78 ++	80 ++	83 ++
Convallaria	2 ø	27 ø	43 ø	54 ±	63 +	67 ++	70 ++	72 ++
Adonis	3 ø	16 ø	37 ø	49 ±	60 +	64 ++	66 ++	66 ++
Bulbus Scillae	1 ø	30 ø	43 ø	50 ±	59 +	63 ++	67 ++	68 ++
Oleander	2 ø	36 ø	48 ±	55 +	61 +	68 ++	73 ++	75 ++
Ad.-Conv. 1 : 5	1 ø	40 ø	61 ø	69 +	70 +	70 ++	71 ++	75 ++

Die Hemmung des Wachstums ist deutlich. Allerdings sind die Ergebnisse der verschiedenen Lösungen ungleichmäßig, was auf die hohe Streuung zurückzuführen ist. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Alkohol- und Glykosidzusatz ist nicht festzustellen.

2. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	Spur	4	6	9	12,5	15,5	20	23,5
Alkohol abs.	Spur	0,5	1	1,5	3,5	6,5	10	11,5
Pandigal	Spur	0,5	0,5	0,5	2,5	3,5	9,5	10
Digilanid	Spur	0,5	1	1	2	6,5	10	13
Digipurat	Spur	0,5	1	1	3	6	9	13
Digitalysat	Spur	0,5	1	1,5	3	6	10	11
Convallaria	Spur	2	2,5	3	8,5	9,5	10	11,5
Adonis	Spur	2,5	3	3,5	7	9,5	10,5	11,5
Bulbus Scillae	Spur	0,5	1,5	3	8	9	10,5	12
Oleander	Spur	1,5	2	2,5	8	9,5	11,5	14,5
Ad.-Conv. 1 : 5	Spur	1	1,5	2	8,5	9,5	13	15,5

Auch hier ist die Hemmung deutlich. Es zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Art der Hemmung von Alkohol und Digitalispräparaten

einerseits und den übrigen Glykosiden andererseits. Bei der erstgenannten Gruppe hält die Hemmung wesentlich länger an. Am Ende der Beobachtungszeit ist jedoch der Vorsprung der anderen Gruppe ganz oder nahezu ausgeglichen.

3. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	2	11	12	78	86	91	94
Alhohol abs.	0	0	0	0	0	4	20
Pandigal	0	0	0	0	0	6	11
Digilanid	0	0	0	0	4	9	38
Digipurat	0	0	0	0	5	9	20
Digitalysat	0	0	0	0	0	5	26
Convallaria	0	1	2	6	12	18	48
Adonis	0	0	1	4	10	19	47
Bulbus Scillae	0	0	3	7	17	24	53
Oleander	0	0	3	8	15	26	63
Ad.-Conv. 1:5	0	1	5	5	8	16	69

Ebenfalls klare Hemmung. Auch hier zeigt sich der deutliche Unterschied zwischen den beiden obengenannten Gruppen. Wegen der erheblichen Streuung war eine zahlenmäßige Auswertung auch hier nicht möglich.

4. Dieselbe Versuchsanordnung:
5 Tropfen Glykosidlösung auf 100 ccm H_2O.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	25 ø	82 ±	93 ++	93 +++	94 +++	95 +++	95 +++	95 +++
Alkohol abs.	40 ø	80 ±	85 +++	88 +++	—	—	—	—
Pandigal	19 ø	77 ±	86 ++	86 ++	88 +++	88 +++	88 +++	90 +++
Digilanid	25 ø	79 ±	89 ++	89 +++	90 +++	—	—	—
Digipurat	34 ø	88 ±	88 ++	93 +++	94 +++	—	—	—
Digitalysat	40 ø	80 ±	86 +++	86 +++	91 +++	—	—	—
Convallaria	25 ø	83 ±	89 +++	89 +++	96 +++	96 +++	96 +++	98 +++
Adonis	28 ø	88 ±	91 ++	91 ++	91 +++	94 +++	—	—
Bulbus Scillae	31 ø	86 ±	90 +++	94 +++	94 +++	96 +++	—	—
Oleander	33 ø	84 ±	90 +++	91 +++	96 +++	96 +++	96 +++	98 +++
Ad.-Conv. 1:5	39 ø	86 ±	90 ++	94 +++	96 +++	—	—	—

Eine Förderung des Auskeimens scheint auf den ersten Blick bei einigen Glykosiden vorzuliegen. Zum Teil liegen die Werte jedoch innerhalb der Streugrenze — der beste Wasser-Kontrollversuch hatte nach 12 h 36% ausgekeimte Samen —, zum andern wird der Vorsprung von den Kontrollen schon nach weiteren 12 Stunden wieder aufgeholt.

5. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	Spur	4	6	9	12,5	15,5	20	23,5
Alkohol abs.	Spur	2,5	7	8,5	13	17	20,5	23,5
Pandigal	Spur	4	6	8,5	12,5	15,5	20	21
Digilanid	Spur	3	7	8,5	12	16	20	23
Digipurat	Spur	4	6	8,5	12	15	19	23
Digitalysat	Spur	3	7	9	12,5	15,5	19,5	23
Convallaria	Spur	4	7	8,5	11	13	17,5	22
Adonis	Spur	3,5	6,5	8,5	10,5	13,5	16	21,5
Bulbus Scillae	Spur	3	6,5	8	11,5	14,5	16,5	21
Oleander	Spur	3	6,5	8	12	15,5	18	21
Ad.-Conv. 1:5	Spur	2,5	6	8,5	13	16	19,5	24

Keinerlei Anzeichen für eine Wachstumsförderung.

6. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	2	11	12	78	86	91	94
Alkohol abs.	ø	6	23	79	86	88	88
Pandigal	2	8	11	72	76	84	85
Digilanid	3	4	18	74	74	81	89
Digipurat	4	8	25	84	89	93	93
Digitalysat	5	9	28	81	83	86	90
Convallaria	5	9	17	79	86	89	91
Adonis	4	8	11	81	85	88	89
Bulbus Scillae	3	5	15	84	84	86	90
Oleander	6	10	16	79	83	88	95
Ad.-Conv. 1:5	3	5	23	84	85	88	95

Ebenfalls keine Förderung. Alle Werte innerhalb der Streugrenze. Auffallend war außerdem, daß die Blätter aller behandelten Pflanzen ausgesprochen gelb waren, während die der Wasserkontrollen ein normales, frisches Grün zeigten. (s. a. Tab. 9!)

7. Dieselbe Versuchsanordnung:
1 Tropfen Glykosidlösung auf 1000 ccm Wasser.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	25 ø	82 ±	93 ++	93 +++	94 +++	95 +++	95 +++	95 +++
Alkohol abs.	39 ø	80 ø	87 +++	92 +++	94 +++	94 +++	96 +++	—
Pandigal	35 ø	80 ø	84 ++	86 +++	91 +++	—	—	—
Convallaria	51 ø	81 ø	90 +++	90 +++	91 +++	93 +++	—	—
Adonis	45 ø	85 ±	90 +++	90 +++	90 +++	91 +++	—	—
Bulbus Scillae	46 ø	90 ±	93 ++	94 +++	96 +++	—	—	—
Oleander	38 ø	79 ±	89 ++	89 +++	—	—	—	—
Ad.-Conv. 1:5	44 ø	77 ±	91 ++	92 +++	93 +++	94 +++	95 +++	—

Das gleiche Ergebnis wie bei der Konzentration 5 Tropfen: 100 ccm Wasser. Auch hier (s. Versuch 4) wird der scheinbare Vorsprung nach 12 h schon wieder vollständig ausgeglichen.

8. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	12	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	Spur	4	6	9	12,5	15,5	20	23,5
Alkohol abs.	Spur	3,7	7,5	9	12	15,5	19,5	23,5
Pandigal	Spur	3	6	8,5	12,5	15	19	22,5
Convallaria	Spur	3,5	7,5	9	13	15,5	19,5	22,5
Adonis	Spur	2,5	7	8	12	15	18,5	22,5
Bulbus Scillae	Spur	3	7	8,5	12,5	15,5	19,5	23
Oleander	Spur	2,5	6	8	12	16	19,5	23
Ad.-Conv. 1 : 5	Spur	3,5	6,5	8,5	12,5	15	19	23

Es ist kein Unterschied der glykosidbehandelten Pflanzen gegen die Kontrollen festzustellen.

9. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	24	30	36	48	54	60	72
Kontrolle H_2O	2	11	12	78	86	91	94
Alkohol abs.	1	7	29	79	85	86	96
Pandigal	0	3	26	78	84	86	90
Convallaria	0	4	28	83	83	86	93
Adonis	5	8	15	78	84	88	90
Bulbus Scillae	3	5	28	84	90	94	94
Oleander	0	3	18	75	80	85	85
Ad.-Conv. 1 : 5	1	4	23	77	85	87	92

Auch hier ist keine wesentliche Förderung durch den Zusatz von Glykosiden bezw. Alkohol festzustellen. Nach 36 h liegen wohl die Werte der behandelten Pflanzen etwas über denen der unbehandelten; dieser Vorsprung ist jedoch nicht echt, da er nach 48 h bereits völlig wieder ausgeglichen ist. Bemerkenswert ist auch hier — ebenso wie in Tabelle 6 —, daß die Keimblätter aller behandelten Pflanzen eine deutliche Gelbfärbung aufwiesen, die bei den unbehandelten Kontrollen nicht auftrat.

B.

Gurkensamen. Dieselbe Versuchsanordnung wie bei der Kresse, doch wurden die Samen wegen ihrer Größe nur zu je 50 auf jede Petrischale ausgelegt.

Außer den gleichen Versuchen wie oben wurde noch eine Verdünnungsreihe mit Pandigal und Alkohol abs. bis zu 1 Tropfen auf 10 000 ccm H_2O angesetzt.

10. 100 Tropfen Glykosidlösung auf 100 ccm H_2O.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	90 ø	96 +++	96 +++	99 +++	99 +++	99 +++	99 +++
Alkohol abs.	0 ø	4 ø	28 ø	62 ø	78 ø	82 ++	87 ++
Pandigal	0 ø	5 ø	15 ø	30 ø	41 +	55 +	75 +
Digilanid	0 ø	2 ø	38 ø	50 ø	68 ø	78 +	88 +
Digipurat	8 ø	82 ø	94 ±	94 +	96 ++	—	—
Digitalysat	56 ø	92 ø	94 ±	94 +	94 ++	94 ++	96 ++
Convallaria	74 ø	96 ø	96 ++	96 ++	96 ++	96 +++	—
Adonis	68 ø	90 ø	98 ++	98 ++	98 ++	98 +++	—
Bulbus Scillae	52 ø	92 ø	96 ++	96 ++	96 ++	96 +++	—
Oleander	80 ø	96 ø	96 ++	96 ++	96 ++	96 +++	—
Ad.-Conv. 1 : 5	96 ø	96 +++	—	—	—	—	—

Die Ausschläge gehen hier außerordentlich weit auseinander. Doch zeigt sich wenigstens an der Wurzelbildung eine deutliche Hemmung, die mindestens bis 84 h reicht, mit Ausnahme der mit Adonis-Convallaria-Gemisch behandelten Pflanzen, die sich genau so wie die unbehandelten Kontrollen verhalten.

Auch hier zeigen sich deutlich zwei Gruppen (siehe auch Tabellen 2 und 3): die mit Alkohol-Pandigal-Digilanid (und im Anfang vielleicht auch Digipurat) behandelten Pflanzen sind sichtlich wesentlich stärker gehemmt als die anderen glykosidbehandelten Samen.

11. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	2,5	8	12,5	24	34	49	65
Alkohol abs.	0	0,5	1	4,5	5,5	12	14,5
Pandigal	0	0,5	0,5	1	3,5	6,5	9,5
Digilanid	0	0,5	1	2,5	4	6	9,5
Digipurat	0,5	1	3,5	11	14,5	20,5	39
Digitalysat	0,5	1,5	3,5	10,5	14,5	20,5	38,5
Convallaria	1	2,5	6,5	14	21,5	28,5	43
Adonis	1	2,5	6	14	21	28,5	43
Bulbus Scillae	1	2,5	6	13,5	21	28,5	42,5
Oleander	1	3	7	14,5	21,5	28,5	42,5
Ad.-Conv. 1 : 5	1	1	5	12,5	17	24,5	41

Klare Hemmung in allen Glykosidversuchen. Der Unterschied zwischen den obengenannten Gruppen ist auch hier deutlich. Adonis-Convallaria-Gemisch zeigt hier keinen Unterschied gegen die anderen Glykoside.

12. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	92	94	99	99
Alkohol abs.	0	0	0	0
Pandigal	0	0	0	0
Digilanid	0	0	0	0
Digipurat	0	0	26	44
Digitalysat	0	0	92	94
Convallaria	0	0	92	92
Adonis	0	0	90	90
Bulbus Scillae	0	0	92	94
Oleander	0	0	88	94
Ad.-Conv. 1 : 5	0	0	96	96

Das gleiche Ergebnis wie bei der vorigen Tabelle. Im Gegensatz zu (10) zählt Digipurat hier wieder einwandfrei zu der zweiten Gruppe.

13. Dieselbe Versuchsanordnung:
5 Tropfen Glykosidlösung auf 100 ccm Wasser.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	90 ø	96 +++	96 +++	99 +++	99 +++	99 +++	99 +++
Alkohol abs.	96 ø	96 ++	97 +++	98 +++	—	—	—
Pandigal	81 ø	87 +++	87 +++	88 +++	—	—	(96 +++)
Digilanid	98 ø	100 ++	100 +++	—	—	—	—
Digipurat	70 ø	74 +	78 +++	82 +++	—	—	(92 +++)
Digitalysat	98 ø	100 ++	100 +++	—	—	—	—
Convallaria	92 ø	96 +++	—	—	—	—	—
Adonis	76 ø	82 ++	84 +++	—	—	—	—
Bulbus Scillae	82 ø	92 ++	94 +++	—	—	—	—
Oleander	94 ø	94 ++	94 +++	—	—	—	—
Ad.-Conv. 1 : 5	96 ø	98 +++	100 +++	—	—	—	—

Bei keinem der Glykosidversuche ist eine deutliche Förderung erkennbar. Alle Werte liegen innerhalb der Streugrenze. Bei Pandigal wurde der Wert durch den schlechten Ausfall eines Parallelversuches stark herabgedrückt, ebenso bei Digipurat. Die Werte des besseren Versuches allein sind deshalb jeweils in Klammern beigefügt.

14. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	2,5	8	12,5	24	34	49	65
Alkohol abs.	4	7,5	13	24	34	48,5	63
Pandigal	2,5	7	11,5	19,5	29	36,5	54
Digilanid	2,5	7	13	24,5	33,5	49,5	64
Digipurat	1,5	6,5	10,5	19	26,5	46,5	65
Digitalysat	3,5	8	13	24,5	34	48,5	65
Convallaria	3,5	8,5	14	22,5	32,5	48,5	63
Adonis	2	6,5	11	22,5	30,5	47	63
Bulbus Scillae	2	6,5	11	22,5	30,5	47,5	64
Oleander	2,5	6,5	11	24,5	33	48	64
Ad.-Conv. 1 : 5	4	7	13	23,5	34	48,5	64

Ebenfalls keinerlei Förderung des Wachstums erkennbar.

15. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	72	84	96	120	
Kontrolle H_2O	92	94	99	99	
Alkohol abs.	91	95	98	—	
Pandigal	67	80	88	—	siehe T. 13
Digilanid	94	96	100	—	
Digipurat	64	72	82	—	siehe T. 13
Digitalysat	96	96	100	—	
Convallaria	86	90	96	—	
Adonis	62	72	82	84	
Bulbus Scillae	86	88	94	—	
Oleander	90	90	94	—	
Ad.-Conv. 1 : 5	98	98	100	—	

Auch hier kein Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Pflanzen. Auch bezüglich der „Straffheit der pflanzlichen Gewebe", welches Merkmal Fahrenkamp bei der Gurke besonders betont, war keine Differenz festzustellen. Gerade in dieser Versuchsreihe waren die einzelnen Versuche nach dem Aussehen überhaupt nicht zu unterscheiden.

16. Dieselbe Versuchsanordnung.
1 Tropfen Glykosidlösung auf 1000 ccm Wasser.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72
Kontrolle H_2O	90 ø	96 +++	96 +++	99 +++
Alkohol abs.	90 ø	94 +++	—	—
Pandigal	94 ø	94 +++	—	—
Digilanid	90 ø	92 +++	96 +++	—
Digipurat	90 ø	92 +++	—	—
Digitalysat	90 ø	90 +++	94 +++	—
Convallaria	94 ø	96 +++	—	—
Adonis	100 ø	100 +++	—	—
Bulbus Scillae	100 ø	100 +++	—	—
Oleander	98 ø	98 +++	—	—
Ad.-Conv. 1 : 5	96 ø	96 +++	—	—

Die Glykosidversuche erreichen ihr Maximum durchweg etwas früher als die Kontrollen. Sonst kein Unterschied .

17. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	2,5	8	12,5	24	34	49	65
Alkohol abs.	3,5	8,5	12,5	24,5	34,5	49	66
Pandigal	3	8	12	23,5	33,5	48,5	66
Digilanid	2,5	7,5	12,5	23,5	33	48,5	64
Digipurat	3	7,5	13	23	34	49	64
Digitalysat	3,5	8	12,5	25	34,5	49,5	63
Convallaria	2,5	8	12,5	24	33,5	49	65
Adonis	3,5	8	13	24,5	34,5	49	68
Bulbus Scillae	3,5	9	13	26	34,5	49	63
Oleander	4	8	13	24	33,5	49	64
Ad.-Conv. 1 : 5	4	8	12,5	23,5	34	49	65

Am Anfang besteht ein geringer Vorsprung der Glykosidversuche gegen Wasser; Alkohol zeigt genau das gleiche Ergebnis. Späterhin verhalten sich alle Versuche gleich.

18. Derselbe Versuch:

Entwicklung der Keimblätter in v. H. aller Samen.

nach Std.	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	92	94	99	99
Alkohol abs.	90	92	94	—
Pandigal	90	90	94	—
Digilanid	90	94	96	—
Digipurat	90	92	—	—
Digitalysat	88	94	—	—
Convallaria	88	92	96	—
Adonis	94	100	—	—
Bulbus Scillae	96	98	—	—
Oleander	92	96	98	—
Ad.-Conv. 1 : 5	94	96	—	—

Kein Unterschied der behandelten Pflanzen gegen die Kontrollen.

19. Dieselbe Versuchsanordnung:

Verdünnungsreihe mit Pandigal und Alkohol als Kontrolle. In der linken Spalte die Anzahl der ccm Wasser, auf die jeweils 1 Tropfen Pandigal (P) bezw. Alkohol (A) gegeben wurde.

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	120
Kontrolle H_2O	2,5	8	12,5	24	34	49	65
P 1	0	0,5	0,5	1	3,5	6,5	9,5
A 1	0	0,5	1	4,5	5,5	12	14,5
P 20	2,5	7	11,5	19,5	29	36,5	54
A 20	4	7,5	13	24	34	48,5	63
P 1 000	3	8	12	23,5	33,5	48,5	66
A 1 000	3,5	8,5	12,5	24,5	34,5	49	66
P 10 000	4	8,5	14	27	34,5	49	65
A 10 000	3,5	8	14,5	23,5	34,5	48,5	63

P 1 und A 1 zeigen eine ausgesprochene Hemmung, P 20 erscheint noch leicht gehemmt. In den übrigen Konzentrationen macht sich am Anfang der Beobachtungszeit ein leichter Vorsprung vor den Kontrollen bemerkbar; dieser tritt jedoch in genau gleicher Weise bei Alkohol- wie bei Glykosidzusatz in Erscheinung.

C.

Rotklee. Die gleiche Versuchsanordnung, je 100 Samen in einer Petrischale. Der Ausfall durch Pilzbefall der Samen war hier besonders groß, bis zu 18% im Kontrollversuch. Auf eine Darstellung der Keimblattenentwicklung mußte wegen der großen Streuung — von 45 bis 98% bei den Kontrollen — verzichtet werden.

20. 100 Tropfen Glykosidlösung auf 100 ccm Wasser.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	58 +	64 ++	77 ++	80 +++	82 +++	88 +++	88 +++
Alkohol abs.	1 ø	3 ø	15 +	21 +	33 ++	42 ++	58 ++
Pandigal	0 ø	0 ø	12 ±	17 +	21 +	22 +	29 ++
Digilanid	4 ø	7 ø	30 +	36 +	42 ++	49 ++	53 ++
Digipurat	4 ø	6 ø	21 +	30 +	48 ++	58 ++	70 ++
Digitalysat	3 ø	6 ø	15 +		adgebrochen		
Convallaria	4 ø	8 ø	18 +	31 +	41 ++	45 ++	61 ++
Adonis	3 ø	12 ø	27 ±	34 +	46 +	50 ++	57 ++
Bulbus Scillae	4 ø	11 ø	32 +	41 +	56 ++	62 ++	70 ++
Oleander	4 ø	7 ø	28 +	40 +	53 ++	57 ++	70 ++
Ad.-Conv. 1 : 5	0 ø	3 ø	20 ø	26 +	33 ++	37 ++	53 ++

Klare Hemmung. Der Versuch mit Digitalysat mußte nach 60 h abgebrochen werden, da bereits mehr als 50% der angesetzten Samen von starkem Pilzwuchs befallen waren.

21. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	5,5	8,5	12	17,5	22	33,5	38,5
Alkohol abs.	2,5	3	3,5	4,5	5,5	6	8
Pandigal	0	0	2	3	4	5	5,5
Digilanid	1,5	3	3,5	5	6	6	7,5
Digipurat	1,5	3	3,5	5	6	6,5	9
Digitalysat	1,5	2,5	3,5	abgebrochen			
Convallaria	3	3	4,5	6	6,5	7,5	9,5
Adonis	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	8,5
Bulbus Scillae	2,5	3	2,5	4,5	5	6	7
Oleander	2	3	3	5	5	5,5	6
Ad.-Conv. 1 : 5	0	1	4	5	5,5	6	8,5

Ebenfalls deutlich gehemmt. Die früher beobachtete Verschiedenheit der Wirkung einzelner Gruppen von Zusätzen ist beim Klee nicht festzustellen.

22. Dieselbe Versuchsanordnung:
5 Tropfen Glykosidlösung auf 100 ccm Wasser.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	58 +	64 ++	77 ++	80 +++	82 +++	88 +++	88 +++
Alkohol abs.	50 +	60 ++	74 ++	76 +++	79 +++	85 +++	—
Pandigal	61 +	77 ++	83 ++	84 +++	87 +++	—	—
Digilanid	48 +	61 ++	70 ++	70 +++	70 +++	83 +++	—
Digipurat	57 +	72 ++	86 ++	86 +++	88 +++	89 +++	—
Digitalysat	47 +	68 ++	77 ++	78 +++	78 +++	83 +++	—
Convallaria	54 +	72 ++	88 ++	88 +++	88 +++	90 +++	—
Adonis	55 +	69 ++	74 ++	77 +++	83 +++	85 +++	—
Bulbus Scillae	52 +	58 ++	72 ++	74 +++	78 +++	83 +++	—
Oleander	58 +	68 ++	73 ++	75 +++	78 +++	85 +++	—
Ad.-Conv. 1 : 5	48 +	64 ++	72 ++	72 +++	75 +++	87 +++	—

Es ist keine Förderung zu erkennen.

23. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	5,5	8,5	12	17,5	22	33,5	38,5
Alkohol abs.	5	8,5	13	17	20,5	28	37
Pandigal	5,5	8,5	12,5	16,5	20	30	36,5
Digilanid	5	8,5	13	17	21	31	36,5
Digipurat	5	8,5	13	19,5	22	32	38,5
Digitalysat	4,5	8	12	15,5	19	30,5	38
Convallaria	5,5	8,5	12,5	16,5	22	33	40
Adonis	5,5	8,5	12,5	17	21	32,5	39
Bulbus Scillae	5,5	8,5	12,5	17	21	32,5	38,5
Oleander	5,5	8,5	13,5	18	22	32,5	39,5
Ad.-Conv. 1 : 5	5,5	8	13	18	22,5	33	39,5

Hier ist ebenfalls keine Wachstumsförderung zu erkennen. Lediglich bei 60 h liegen die Werte der behandelten Pflanzen im Durchschnitt etwas

(0,75 mm) höher als die der Kontrollpflanzen, doch kann diese minimale Differenz wegen der gerade bei dem Klee sehr hohen Streuung kaum gewertet werden.

24. Dieselbe Versuchsanordnung:

Verdünnungsreihe mit Pandigal und Alkohol abs. als Kontrolle. Bezüglich der Anordnung der Tabelle siehe Tab. 19.

Keimprozent und Wurzelbildung.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	58 +	64 ++	77 ++	80 +++	82 +++	88 +++	88 +++
P 1	0 ø	0 ø	12 ±	17 +	21 +	22 ++	29 ++
A 1	1 ø	3 ø	15 +	21 +	33 ++	42 ++	58 ++
P 10	19 ø	42 ±	74 ++	76 ++	79 ++	84 +++	—
A 10	31 ±	44 +	65 ++	66 ++	69 ++	80 +++	84 +++
P 100	52 +	64 ++	85 ++	85 +++	85 +++	86 +++	—
A 100	62 +	74 ++	82 ++	83 +++	83 +++	87 +++	—
P 1 000	51 +	58 ++	79 ++	82 +++	84 +++	85 +++	—
A 1 0 0	71 +	76 ++	81 ++	83 +++	83 +++	86 +++	—
P 10 000	56 +	70 ++	83 ++	84 +++	86 +++	87 +++	—
A 10 000	65 +	72 ++	85 ++	86 +++	—	—	—

P 1 und A 1 sind stark gehemmt, P 10 und A 10 schwächer. Die weiteren Verdünnungen zeigen weder Hemmung noch Förderung, sie verhalten sich genau so wie Wasser.

25. Derselbe Versuch:

Keimlänge in mm.

nach Std.	36	48	60	72	84	96	108
Kontrolle H_2O	5,5	8,5	12	17,5	22	33,5	38,5
P 1	0	0	2	3	4	5	5,5
A 1	2,5	3	3,5	4,5	5,5	6	8
P 10	3	3,5	7	7,5	9	19,5	26
A 10	4	5	7	8,5	11	20	26
P 100	5	8	13	18	21	32	40
A 100	5	8	12,5	18	21,5	33	40,5
P 1 000	5	8	13	17,5	21	32	39
A 1 000	5,5	8,5	13	18	21	32	38,5
P 10 000	5	8,5	13,5	18	21,5	33	39,5
A 10 000	6	8	13	17,5	21,5	32,5	39,5

Das gleiche Ergebnis wie oben. P 1 und A 1 stark, P 10 und A 10 weniger gehemmt. Die höheren Verdünnungen verhalten sich wie Wasser. Der scheinbare Vorsprung, der am Ende der Beobachtungszeit hier auftritt, liegt innerhalb der Streugrenze. (Bester Wasserversuch nach 108 h = 43 mm).

V.

Zur Nachprüfung der an den keimenden Samen gewonnenen Ergebnisse stellte ich noch eine Versuchsreihe mit abgeschnittenen Zweigen von Symphoricarpus (Schneebeere) an.

Da der Zeitpunkt des Verwelkens hierbei nicht exakt festzustellen war, und da die einzelnen Reihen in dieser Hinsicht sehr große Unterschiede zeigten, verzichtete ich auf die Feststellung einer „Verwelkzeit". Ich nahm als Maß für die Lebenskraft der Pflanzen den Wasserverbrauch nach konstanter Zeit, der sich als recht zuverlässiges Kriterium insofern erwies, als hierbei nur eine geringe Streuung auftrat.

Die frisch geschnittenen Zweige wurden — je 10 für einen Versuch — einzeln in Reagenzgläsern mit genau 10 ccm Flüssigkeit aufgestellt. Um Verdunstungsverluste möglichst zu vermeiden, wurde der Stengel jeder einzelnen Pflanze mit einem fest im Glase sitzenden Zellstoffpfropfen umwickelt. Ich achtete dabei noch darauf, daß die Blattoberfläche der einzelnen Zweige (nach Augenmaß) möglichst gleich war.

Nach jedesmal 8 Tagen = 192 Stunden wurde die verbliebene Flüssigkeitsmenge gemessen und daraus der Durchschnitt von je 10 Pflanzen bestimmt.

Als Zusätze wurden verwendet: Pandigal, Digilanid, Convallaria-, Adonis-, Scilla-, sowie Oleander-Perpurat, außerdem ein Gemisch aus Adonis- und Convallaria-Perpurat im Verhältnis 1 : 5. Als Kontrollen Leitungswasser und Zusatz von Alkohol abs. in den gleichen Mengen.

Dadurch, daß die einzelnen Versuche nicht gleichzeitig durchgeführt werden konnten und demgemäß der Wachstumszustand der Pflanzen bei jedem Versuch ein anderer war, lassen sich die erhaltenen Werte schlecht miteinander vergleichen. Ich habe daher die erhaltenen Werte in einer zweiten Tabelle alle auf einen Wasserverbrauch von 10,0 umgerechnet und mich bei der Auswertung der Versuche darauf bezogen.

Ich erhielt folgendes Ergebnis:

26. (Ursprüngliche Werte):

Durchschnittlicher Wasserverbrauch in 192 Stunden.
(Zusätze in Tropfen auf 1000 ccm)

Zugesetzte Menge	5	50	100 Tropfen
Kontrolle H_2O	6,7	4,0	5,4
Pandigal	6,4	3,7	4,6
Digilanid	6,6	3,2	4,6
Convallaria	6,7	3,6	4,4
Adonis	6,3	3,7	4,7
Bulbus Scillae	6,9	3,1	5,0
Oleander	6,4	3,3	4,2
Adonis-Convallaria 1 : 5	6,3	2,5	4,6
Alkohol absolutus	6,5	3,4	4,4

27. Umgerechnet auf einen Wasserverbrauch von 10,0 ccm.

Zugesetzte Menge	5	50	100 Tropfen
Kontrolle H_2O	10,0	10,0	10,0
Paudigal	9,55	9,25	8,5
Digilanid	9,85	8,0	8,5
Convallaria	10,0	9,0	8,1
Adonis	9,4	9,25	8,7
Bulbus Scillae	10,3	7,75	9,25
Oleander	9,55	8,25	7,75
Adonis-Convallaria 1 : 5	9,4	6,25	8,5
Alkohol absolutus	9,7	8,5	8,1

In der ersten Kolonne ist kein Unterschied in der Wirkung der einzelnen Zusätze gegen Wasser zu bemerken. Die größte Abweichung beträgt 0,6 = 6 v. H. Das liegt innerhalb der Fehlergrenze, mit der man bei Versuchen mit Pflanzen rechnen muß, und die nach Abderhalden 10% beträgt.

In der zweiten Spalte zeigt sich eine leichte Hemmung des Wasser-Stoffwechsels bemerkbar zu machen. Noch deutlicher wird diese in der dritten Spalte, wo fast alle Vergleichswerte um mehr als 15% unter dem Kontrollwert liegen.

VI.
Zusammenfassung.

An Gartenkresse, Gurkensamen und Rotklee wurden die Fahrenkampschen Versuche über die Wirkungen von herzwirksamen Glykosiden an keimenden Pflanzen, an abgeschnittenen Zweigen von Symphoricarpus die Versuche über die Wirkung auf den Verwelkvorgang nachgeprüft. Ich kam dabei zu folgenden Ergebnissen:

1. In Konzentrationen, die über 1 Tropfen auf 10 ccm H_2O liegen, schädigen die glykosidhaltigen Präparate die Keimfähigkeit der Samen. Dies zeigt sich an der Prozentzahl der nach gleicher Zeit ausgekeimten Samen, an der Länge der Keimlinge, und an dem Zeitpunkt der Bildung von chlorophyllhaltigen Keimblättern. Das letztere trat besonders stark bei der Kresse in Erscheinung.

In Konzentrationen, die 50 Tropfen und mehr Glykosidextrakt auf 1000 ccm H_2O enthalten, wirken die Glykosidpräparate auf den Wasser-Stoffwechsel der abgeschnittenen Pflanze hemmend ein.

Absoluter Alkohol in gleichen Mengen zugesetzt hat grundsätzlich dieselben Wirkungen. Da sämtliche verwendeten Präparate in erheblicher Menge Alkohol enthalten, muß die beobachtete Wirkung nicht auf die Glykoside zurückgeführt werden, sondern sie kann auch im Wesentlichen als eine Alkoholwirkung angesehen werden.

2. In Konzentrationen, die weniger als 1 Tropfen Glykosidlösung auf 10 ccm H_2O enthalten, zeigen die Glykoside keine Einwirkung auf das Wachstum der Keimlinge. Wo eine Förderung des Keimvorgangs nicht ganz sicher ausgeschlossen werden konnte, ergaben die Kontrollversuche mit Alkohol durchweg dieselben Resultate.

In Glykosidkonzentrationen von weniger als 5 Tropfen auf 1000 ccm H_2O läßt sich keinerlei Wirkung auf den Wasser-Stoffwechsel von abgeschnittenen Zweigen feststellen. Zusatz von absolutem Alkohol in den gleichen Dosen zeigt gleichfalls kein Ergebnis.

Eine Glykosidwirkung ist also auch hier nicht zu beweisen.

3. Die Behauptung Fahrenkamps, daß jede Pflanze auf ein anderes Glykosid besonders stark reagiere, trifft nicht zu. Wo überhaupt eine Wirkung festzustellen war, trat sie bei allen Glykosiden gleichzeitig auf. Geringfügige Unterschiede sind zwanglos auf den unterschiedlichen Gehalt der einzelnen Präparate an anderen Stoffen, besonders Alkohol, zurückzuführen.

Insbesondere konnte die Behauptung, daß nächst Digitalis eine Mischung von Convallaria- und Adonis-Extrakt im Verhältnis von 5:1 am wirksamsten sei, nicht bestätigt werden.

4. Ein Unterschied zwischen der Wirkung der galenischen Aufbereitungen und der kristallinen Glykosidpräparate war nicht festzustellen.

Ich komme daher zu den Schlußfolgerungen:

1. Die Fahrenkampschen Versuche über die hemmende und fördernde Wirkung von herzwirksamen Glykosiden auf die Keimung sowie von einer Verzögerung des Verwelkens abgeschnittener Pflanzenteile sind nicht konstant reproduzierbar.

2. Die Behauptung Fahrenkamps, daß außergewöhnliche Verdünnungen dieser Stoffe am Lebendigen wirksam seien, trifft nicht zu.

3. Die Forderung Fahrenkamps, in Zukunft für die Beobachtung der ersten Einwirkung der Digitalisstoffe auf die lebende Substanz als Testobjekt nur noch die Pflanze zu verwenden, ist deshalb abzulehnen.

Am Ende dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Klewitz für die Ueberlassung des Themas und die Durchsicht der Arbeit, sowie für seinen wertvollen Rat bei der Festlegung der Arbeitsmethoden zu danken. Auch Herrn Prof. Dr. Claussen möchte ich an dieser Stelle für seine freundliche Beratung in botanischen Fragen und die bereitwillige Ueberlassung von Versuchsmaterial meinen Dank abstatten.

Literatur.

Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XI, Methoden zur Erforschung der Leistungen des Pflanzenorganismus. Teil 2, Heft 3 (Spezielle Methoden).

Fahrenkamp, K.: Vom Aufbau und Abbau des Lebendigen. Teil I 1937, Teil II 1938. Hippokrates-Verlag.

Vollmer: Ueber angebliche Wirkungen der Pflanzen mit Digitalisglykosiden. Untersuchungen an Pflanzenteilen und keimenden Samen. Eine Entgegnung an K. Fahrenkamp. Klinische Wochenschrift 1937, S. 1599.

Lebenslauf

Ich, Friedrich Konrad Stange, wurde am 18. November 1914 zu Pulsnitz in Sachsen als erster Sohn des dortigen evangelischen Pfarrers Friedrich Erich Stange und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Schmorl, geboren. Die Grundschule besuchte ich in Leipzig, dortselbst auch das König Albert-Gymnasium bis einschließlich Quinta, später noch das Friedrichsgymnasium zu Kassel und das Gymnasium zu Bautzen, wo ich am 4. 3. 1933 die Reifeprüfung ablegte. Ich wandte mich nach Marburg, um Medizin zu studieren und bestand hier am 27. 3. 34 den ersten Teil und am 4. 7. 35 den zweiten Teil der ärztlichen Vorprüfung. Anschließend studierte ich zwei Semester in Tübingen. Vom 19. 10. 36 bis zum 31. 3. 38 leistete ich bei der Beobachtungsabteilung 9 in Fulda und am Standortlazarett in Kassel einen Teil meiner aktiven Dienstpflicht ab. Am 31. 3. 38 wurde ich als San.-Uffz. d. R. und Reservesanitätsoffizieranwärter zur Fortsetzung des Studiums aus dem Heeresdienst entlassen und ging wieder nach Marburg, um hier mein Studium zu beenden.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren und Dozenten:

Marburg (vorklinisch): Alverdes, Claussen, Dabelow, Dittler, Göppert, Jacobshagen, Kutscher, Nauck.

Tübingen: Bock, Dold, Dietrich, Fischer, Gaupp, Koch, Schempp, Usadel.

Marburg (klinisch): Baumann, Becher, Dittler, Förster, Gremels, Grüter, Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Winkler, Wiskott.